

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 16 037.6

Anmeldetag: 11. April 2002

Anmelder/Inhaber: Endress + Hauser GmbH + Co KG, Maulburg/DE

Bezeichnung: Schall- oder Ultraschallsensor

IPC: H 04 B, H 04 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzierzon

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Zusammenfassung

Es ist ein Schall- oder Ultraschallsensor vorgesehen, der eine Abstrahlcharakteristik mit einem vorzugsweise geringen Öffnungswinkel aufweist und der möglichst wenig Störsignale erzeugt, mit einem von einem Boden (3) topfförmig abgeschlossenen Gehäuse (1), einem piezoelektrischen Element (5) zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden (3) hindurch, einer Anpaßschicht (7) zwischen dem piezoelektrischen Element (5) und dem Boden (3), und einem metallischen Ring (9), der die Anpaßschicht (7) formschlüssig umgreift. (Fig. 1)

Schall- oder Ultraschallsensor

Die Erfindung betrifft einen Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall. Ultraschallsensoren werden z.B. als Sender und/oder Empfänger zur Entfernungsmessung nach dem Echolotprinzip verwendet, insb. zur Messung eines Füllstands, z.B. in einem Behälter, oder zur Messung einer Füllhöhe, z.B. in einem Gerinne oder auf einem Förderband.

Ein vom Schall- oder Ultraschallsensor ausgesendeter Impuls wird an der Oberfläche des Füllgutes reflektiert. Die Laufzeit des Impulses vom Sensor zur Oberfläche und zurück wird ermittelt und daraus der Füllstand bzw. die Füllhöhe bestimmt.

Derartige Schall- oder Ultraschallsensoren werden in vielen Industriezweigen, z.B. in der Lebensmittelindustrie, der Wasser- und Abwasserbranche und in der Chemie, eingesetzt.

In fast allen Anwendungsbereichen ist es erforderlich, daß die Sensoren eine Abstrahlcharakteristik mit einem geringen Öffnungswinkel einer Hauptschallkeule und gleichzeitig geringen Nebenschallkeulen aufweisen.

Der Öffnungswinkel des Sensor ist im wesentlichen durch den Durchmesser der Frontfläche und die Frequenz bestimmt. Dabei verhält sich der Sinus des Öffnungswinkels der abgestrahlten Schallkeule wie der Quotient aus der Wellenlänge der abgestrahlten Schall- oder Ultraschallwelle und dem Durchmesser der Frontfläche des Abstrahlelements. Um eine Schallkeule mit kleinem Öffnungswinkel zu erhalten, ist daher ein großer Durchmesser zu verwenden.

30

Andererseits erreicht man eine gute Abstrahlcharakteristik mit geringen Nebenkeulen durch eine Biegeform eines abstrahlenden Elements, deren

Amplitudenverteilung nahezu einer Gaußfunktion entspricht und bei der außerdem die Phase der Schwingung über die gesamte Fläche gleich ist. Je größer die Halbwertsbreite dieser Gaußkurve ist, umso schmaler wird die Hauptkeule sein. Es gilt also eine Schwingungsform zu erzeugen, bei der die zur Verfügung stehenden abstrahlende Fläche optimal genutzt wird.

In der DE-C 42 33 365 ist ein Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall beschrieben mit

- einem piezoelektrischen Element zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden hindurch,
- einer Anpaßschicht zwischen dem piezoelektrischen Element und dem Boden, und
- einem metallischen Ring der das piezoelektrische Element kraft- und formschlüssig umgreift.

Der Ring und das piezoelektrische Element bilden dabei ein einheitlich schwingendes Schwingungsgebilde. Bei der Berechnung des Öffnungswinkels der Schallkeule geht daher hier der größere Außendurchmesser des Rings und nicht der Durchmesser des piezoelektrischen Elements ein.

Zusätzlich gilt es aber auch Schall- oder Ultraschallschwingungen von seitlichen Gehäuseteilen fern zu halten. Zum einen können bei einem Mitschwingen der Gehäusewand von dieser selbst Schall- oder Ultraschallimpulse ausgesendet und empfangen werden. Dies kann zu Störechos führen. Zum anderen kann der Schall- oder Ultraschall auch als Körperschall auf das Gehäuse und darüber auf eine Halterung des Sensors und gegebenenfalls sogar auf weitere Bauteile am Einsatzort übertragen werden. Dies kann ebenfalls zu erheblichen Störsignalen führen. Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Schall- oder Ultraschallsensor anzugeben, der eine Abstrahlcharakteristik mit einem vorzugsweise geringen Öffnungswinkel aufweist und möglichst wenig Störsignale erzeugt.

Hierzu besteht die Erfindung in einem Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall- oder Ultraschall

- mit einem von einem Boden topfförmig abgeschlossenen

5 Gehäuse,

- einem piezoelektrischen Element zur Erzeugung und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden hindurch,

10 - einer Anpaßschicht zwischen dem piezoelektrischen Element und dem Boden, und

- einem metallischen Ring der die Anpaßschicht formschlüssig umgreift.

15 Gemäß einer Weiterbildung weist die Anpaßschicht an deren äußerem Rand auf deren bodenabgewandten Seite eine ringförmig umlaufende Nut auf.

Gemäß einer Weiterbildung weist die Nut eine Tiefe auf, bei der eine Ankopplung an das Gehäuse gering ist.

20 Gemäß einer Ausgestaltung ist in dem Gehäuse ein Dämpfungsmaterial vorgesehen.

25 Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß praktische keine Übertragung von Schall bzw. Ultraschall auf das Gehäuse erfolgt. Entsprechende Störsignale treten daher praktisch nicht mehr auf.

30 Gleichzeitig ist durch die Nut sichergestellt, daß ein effektiver für die Bestimmung des Öffnungswinkel der Abstrahlcharakteristik relevanter Durchmesser der abstrahlenden Fläche nahezu gleich dem Durchmesser der Anpaßschicht ist. Eine Bodenseite der Anpaßschicht besitzt eine Schwingungsform, die einer Gaußlinie über nahezu den gesamten

Durchmesser entspricht. Entsprechend ist der Öffnungswinkel gering. Es findet eine gut gebündelte gerichtete Abstrahlung statt. Die Gefahr von Streusignalen und Reflektionen, z.B. an Wänden von Behältern in denen der Sensor eingebaut ist, ist daher gering.

5

Die Erfindung und weitere Vorteile werden nun anhand der Figuren der Zeichnung, in denen ein Ausführungsbeispiel dargestellt ist, näher erläutert; gleiche Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

10 Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen
Schall- oder Ultraschallsensor;
und

15 Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch das
piezoelektrische Element und die
Anpaßschicht von Fig. 1.

20 Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Schall- oder
Ultraschallsensor zum Senden und/oder Empfangen von Schall oder
Ultraschall. Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt durch das piezoelektrische Element
und die Anpaßschicht von Fig. 1.

25 Der Schall- oder Ultraschallsensor weist ein topfförmiges Gehäuse 1 auf, das
von einem Boden 3 abgeschlossen ist.
Das Gehäuse 1 besteht aus einem Kunststoff, z.B. aus Polypropylen. In dem
Gehäuse 1 ist ein piezoelektrisches Element 5 angeordnet, das zur Erzeugung
und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch den Boden 3 hindurch
dient.

30 Da sich die akustische Impedanz des Mediums, in das der Schall oder
Ultraschall auszusenden ist, z.B. Luft, und die des piezoelektrischen Elements
5 sehr stark unterscheiden, ist vor dem piezoelektrischen Element 5 eine

Anpaßschicht 7 aus einem Kunststoff mit mittlerer akustischer Impedanz angeordnet. Als Kunststoff ist z.B. ein Epoxidharz geeignet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das piezoelektrische Element 5 scheibenförmig. Die Anpaßschicht 7 ist ebenfalls scheibenförmig und befindet sich zwischen dem piezoelektrischen Element 5 und dem Boden 3 des Gehäuses 1.

Um eine möglichst gute Anpassung und damit einen möglichst hohen Schalldruck zu erzielen weist die Anpaßschicht 7 vorzugsweise eine Dicke auf, die einem viertel der Wellenlänge der erzeugten Schall- oder Ultraschallwellen entspricht.

Die Anpaßschicht 7 ist von einem metallischen Ring 9 umgeben, der die Anpaßschicht 7 formschlüssig umgreift. Der Ring 9 besteht z.B. aus Messing. Er stabilisiert die Anpaßschicht 7 an deren äußerem Rand und bewirkt, daß Schwingungen der Anpaßschicht 7 praktisch nicht mehr auf das Gehäuse 1 übertragen werden.

Störungen die bei herkömmlichen Sensoren durch das Gehäuse vermittelt und/oder übertragen werden treten hier praktisch nicht mehr auf.

Die feste Einspannung der Anpaßschicht 7 an deren Rand durch den Ring 9 hindert die Anpaßschicht 7 jedoch in einem äußeren Randbereich daran, sich zu verformen.

Um dennoch die angestrebte Gaußsche Biegelinie mit einer möglichst großen Halbwertsbreite zu erhalten weist die Anpaßschicht 7 daher an deren äußerem Rand auf deren bodenabgewandten Seite vorzugsweise ein ringförmig umlaufende Nut 11 auf. Eine äußerer seitliche Begrenzung der Nut 11 kann dabei, wie in Fig. 1 dargestellt, Bestandteil der Anpaßschicht 7 sein. Ebenso kann aber auch der Ring 9 die äußere seitliche Begrenzung der Nut 11 bilden.

Untersuchungen haben gezeigt, daß die Halbwertsbreite der Abstrahlfläche mit zunehmender Tiefe T der Nut ansteigt. Hinsichtlich eine Ankopplung an das Gehäuse 1 weist die Tiefe jedoch ein Optimum auf. Die Nut 11 weist daher vorzugsweise eine maximale Tiefe auf, bei der eine Ankopplung an das Gehäuse 1 gering ist.

Nachfolgend ist ein Beispiel für Abmessungen der Komponenten eines erfindungsgemäßen Schall- oder Ultraschallsensor angegeben. Bei einem piezoelektrischen Element 5 mit einem Durchmesser von ca. 40 mm weist die Anpaßschicht 7 beispielsweise einen Durchmesser von ca. 50 mm auf und die Nut 11 hat eine Breite von beispielsweise ca. 5 mm. Eine optimale Tiefe der Nut 11 beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel ca. 5 mm.

Bei einem Schall- oder Ultraschallsensor, der nicht nur als Sender, sondern auch als Empfänger genutzt wird, ist es wichtig, daß eine einmal angeregte Sendeschwingung schnell abklingt. Erst nach einem vollständigen Abklingen der Sendeschwingung ist der Schall- oder Ultraschallsensor empfangsbereit. Um ein schnelles Abklingen der Sendeschwingung zu erzielen ist in dem Gehäuse 1 daher vorzugsweise ein Dämpfungsmaterial 13 vorgesehen. Das Dämpfungsmaterial 13 ist z.B. ein Verguß, beispielsweise ein Silikongel, der das Gehäuse 1 ausfüllt.

Patentansprüche

1. Schall- oder Ultraschallsensor zum Senden und/oder
Empfangen von Schall oder Ultraschall

- 5 - mit einem von einem Boden (3) topfförmig
abgeschlossenen Gehäuse (1),
- einem piezoelektrischen Element (5) zur Erzeugung
und/oder Aufnahme von Schall oder Ultraschall durch
den Boden (3) hindurch,
10 - einer Anpaßschicht (7) zwischen dem
piezoelektrischen Element (5) und dem Boden (3),
und
- einem metallischen Ring (9), der die Anpaßschicht
(7) formschlüssig umgreift.

15

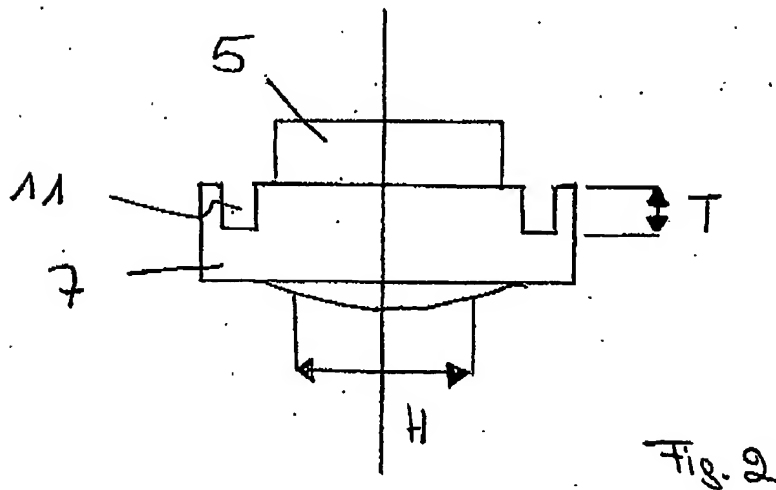
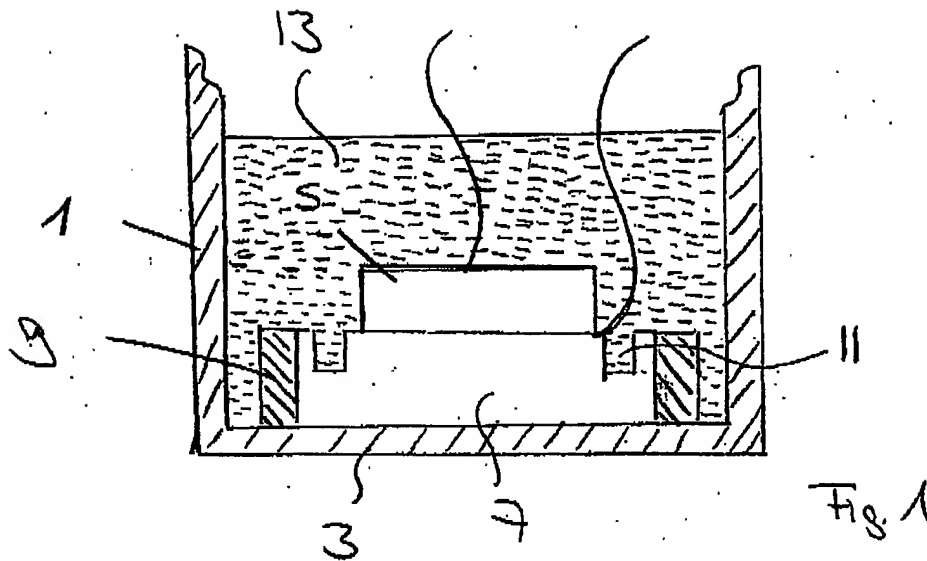
2. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 1, bei dem
die Anpaßschicht (7) an deren äußerem Rand auf deren
bodenabgewandten Seite ein ringförmig umlaufende Nut (11) aufweist.

20

3. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 2, bei dem
die Nut (11) eine Tiefe (T) aufweist, bei der eine
Ankopplung an das Gehäuse (1) gering ist.

25

4. Schall oder Ultraschallsensor nach Anspruch 1, bei dem
ein Dämpfungsmaterial (13) in dem Gehäuse (1) vorgesehen ist.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.